PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2002-358127

(43)Date of publication of application: 13.12.2002

(51)Int.Cl.

G05D 7/06

F16K 31/02

G01F 1/00

G01F 1/692

H01L 21/205

(21)Application number: 2001–167075

(71)Applicant: ESASHI MASAKI

HIRATA KAORU

(22)Date of filing:

01.06.2001

(72)Inventor:

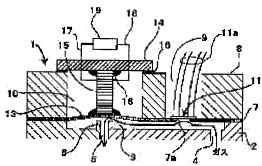
ESASHI MASAKI

HIRATA KAORU

(54) CORROSION-RESISTANT INTEGRATED MASS FLOW CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a corrosion-resistant integrated mass flow controller which can control the flow rate of a corrosive gas, is integrated into a small size and has a high speed responsiveness. SOLUTION: In this controller, a main body composed of a body 2, a plate 7 and a fixing block 8 is formed of corrosion-resistant materials consisting of stainless materials, and the surfaces of a pair of detection resistances of a mass flow rate sensor 11 are protected with an AlN film. A mass flow rate is detected by the pair of detection resistances, and the driving voltage of a valve actuator 12 is controlled based on the detected signal, so that the flow rate of the corrosive gas is controlled.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出線公朗登号 特開2002-358127 (P2002-358127A)

(43)公開日 平成14年12月13日(2002.12.13)

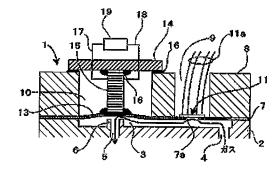
(51) Int.CL?	l)Int.CL? 織別記号		FI		ÿーマワート*(参考)			
G05D	7/06		G 0 5 D	7/06		Z 2	F030	
F16K 3	31/02		F16K	31/02		A 2	F035	
G01P	1/00		G01F	1/00		х з	H062	
	1/692		HOIL	21/206		5	F045	
H01L 2	21/205		G 0 1 F 1/68		104B 5H307			
			審查請以	於 未請求	商求項の数4	OL	(全 10 頁)	
(21)出驥番号		特螺2001-167075(P2001-167075)	(71)出願力	0001679	000167989			
			1	紅綱 i	正喜			
(22)出験日		平成13年6月1日(2001.6.1)			山台市大台区八 2	 	丁目11番地	
				9				
特許法第30条第1項適用申請省の 2001年5月29日~30			(71)出願力	5012192	501219286			
日 社団法人電気学会主催の「第18回『センサ・マイク				平田 🎉	平田 黨			
ロマシンと応用システム』シンボジウム」において文書			宮城県仙台市太白区桜木町25-20 グリー					
をもって発表				ンハイツ	Y101			
			(72) 発明者	f 江刺 I	E喜			
		宫城県仙台市太白区八木山南一丁目11-9						
			(74)代理人	1000828	876			
				弁理士	本印 一季	外1名)	
		最終頁に続く						

(54)【発明の名称】 耐腐食性集積化マスフローコントローラ

(57)【要約】

【課題】 腐食性ガスの流量制御ができ、小形に集積化されており、かつ高速応答性を有する耐腐食性集積化マスプローコントローラを提供する。

【解決手段】 ステンレス材からなる耐腐食性材料により、ボディ2、プレート7、固定用ブロック8からなる本体を形成するとともに、質量流置をンサ11の一対の検出抵抗の表面をA1N膜によって保護し、一対の検出抵抗によって質量流置を検知し、この検出信号を基に、バルブアクチェエータ12の駆動電圧を制御し、腐食性ガスの流置を制御する。



٧Ī

(2)

特關2002-358127

【特許請求の範囲】

【請求項1】 耐腐食性材料により形成されるとともに、ガスを添入させるガス流入口とガスを流出させるガス流入口とガスを流出させるガス流出口と、ガス流入口、ガス流出口の間を連通するガス流路とを備えた本体と、

前記ガス漆踏の上漆側、下流側に臨む配置に設けられた一対の検出抵抗を備え、ガス漆路を流れるガスによる冷却作用によって生じる一対の検出抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量をンサと

前記本体内のガス流路の開度を制御するマイクロバルブ と

前記資置流置をンサの検出信号を、マイクロバルブに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバックしてマイクロバルブによるガス流路の関度を副御し、前記ガス流路を流れるガスの流置制御を行う制御系と.

を育することを特徴とする耐腐食性集積化マスプローコ ントローラ。

【請求項2】 ステンレススチールにより形成されると 答性ともに、ガスを流入させるガス流入口とガスを流出させ 20 る。るガス流出口と、ガス流入口、ガス流出口の間を連通す 【①るガス流路を備えた本体と、 ント

前記ガス漆路の上漆側、下流側に臨む配置に設けられた一対の薄膜抵抗を備え、ガス漆路を流れるガスによる冷却作用によって生じる一対の薄膜抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量をンサと。

前記ガス歳出口側にバルブシートと対向して設けたダイヤフラム部と、積層型ピエゾセラミックスとを一体化したバルブアクチェエータとを有し、バルブアクチェエー 30 タの動作でダイヤフラム部をバルブシートに接近させ前記本体内のガス流路の開度を調節するノーマリオープン型のマイクロバルブと、

前記質置流置センサの検出信号を、マイクロバルブのバルブアクチュエータに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバックして、マイクロバルブによるガス流路の関度を制御し、前記ガス流路を流れるガスの質量流置を一定に制御する制御系と、

を有することを特徴とする耐腐食性集積化マスフローコ ントローラ。

【請求項3】 前記ガス流路の上漁側、下漁側に臨む配置に設けられた一対の薄膜抵抗は、ガス漁路側に腐食性ガスに対して耐腐食性を育するアルミニウムナイトライド(A!N)膜を備えていることを特徴とする。請求項2記載の耐腐食性集補化マスフローコントローラ。

【請求項4】 前記積層型ビエゾセラミックスは高温用

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明は、高度半導体製造プロセス等に適用して腐食することがない、好適な耐腐食性集積化マスプローコントローラに関するものである。 【0002】

【従来の技術】例えば、MOCVD(Molecula

2

r Organic CVD) やALE(Atomic Layer Epitaxy) のような高度半導体製造プロセスでは、高速応答でかつ正確な質量流量のコントロールが必要とされる。そのような用途に使用されるマスプローコントローラとして、例えば特別平1-213532号公報に関示されたマイクロバルブ・マスプローコントローラが知られている。

【0003】との従来のマイクロバルブ・マスプローコントローラは、シリコンウェハ上で、プローセンサと流 置コントロール用バルブとを集積化することにより、マスプローコントローラ内部の無効体積を減少させ高速応 答性を実現できるという効果を奏するとするものである。

【0004】とのようなマイクロバルブ・マスプローコントローラの応答性に関しては、極微量のガスに適用して10万至20msec程度の高速応答を発揮するものとしている。

【0005】また、ガス流路内部に維積する反応生成物の維積を防ぐために、吸着した水分を蒸発させることができる空焼き可能なシリコンマイクロバルブも提案されている。

[0006]

10 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したシリコンウェハーを用いた集績化マスフローコントローラや、空焼き可能なシリコンを用いたシリコンマイクロバルブの場合には、本質的にシリコンに対して腐食性を有するハロゲンガスについての稼量コントロールには適用できないという問題がある。

【0007】このため、腐食性ガスに関しても流量コントロールが可能であり、かつ、優れた高速応答性を有する集積化マスフローコントローラの実現が要望されているのが現泥である。

40 【0008】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、小形泉積化が可能であり、腐食性ガスの流費コントロールにも適用でき、かつ、優れた高速応答性を発揮する集積化マスフローコントローラを提供することを目的とする。

[0009]

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

۷Ī

(3)

特開2002-358127

を備えた本体と、前記ガス流路の上流側、下流側に臨む 配置に設けられた一対の鈴出抵抗を備え、ガス流路を流 れるガスによる冷却作用によって生じる一対の鈴出抵抗 の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出す る質量流量センサと、前記本体内のガス流路の開度を調 整するマイクロバルブと、前記質費流量センサの検出信 号を、マイクロバルブに駆動信号を供給する駆動信号系 にフィードバックしてマイクロバルブによるガス流路の 関度を制御し、前記ガス流路を流れるガスの流量制御を 行う副御系と、を有することを特徴とするものである。 【0010】この発明によれば、本体を耐腐食性材料に より形成するとともに、質量流量センサにおける一対の 検出抵抗の前記ガス流谿を流れるガスによる冷却作用に よって生じる鑑抗値の変化を利用して前記ガスの習置流 置を検出し、質量癒置センサの検出信号を、マイクロバ ルブに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバック してマイクロバルブによるガス流路の開度を制御するよ うに構成し、かつ、小形に集績しているので、腐食性ガ スの流置コントロールにも適用でき、かつ、優れた高速 応答性を発揮させることができる。

【0011】請求項2記載の発明の集積化マスプローコ ントローラは、ステンレススチールにより形成されると ともに、ガスを流入させるガス権入口とガスを流出させ るガス流出口と、ガス流入口、ガス流出口の間を連通す るガス流露とを備えた本体と、前記ガス流露の上流側、 下流側に臨む配置に設けられた一対の薄膜抵抗を備え、 ガス流路を流れるガスによる冷却作用によって生じる一 対の薄膜抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量 流量を検出する質量流量をンサと、前記ガス流出口側に バルブシートと対向して設けたダイヤフラム部と積層型 30 図である。 ピエゾセラミックスとを一体化したバルブアクチュエー タとを有し、バルブアクチュエータのオン動作でダイヤ フラム部をバルブシートへ接近または接触し、前記本体 内のガス漆器の開度を調節するノーマリオープン型のマ イクロバルブと、前記質量流置センサの検出信号を、マ イクロバルブのバルブアクチュエータに駆動信号を供給 する駆動信号系にフィードバックして、マイクロバルブ によるガス流路の開度を副御し、前記ガス流路を流れる ガスの質量液量を一定に制御する制御系とを有すること を特徴とするものである。

【0012】との発明によれば、ステンレススチールに より本体を形成しているので、請求項1記載の発明と同 様、耐腐食性に優れ、腐食性ガスの流量コントロールに も適用できる。また、質量流量センサ及びダイアフラム 部と積層型ピエゾセラミックスとを一体化したバルブア クチュエータによって、ガスの質量流量の制御を行う際

化マスフローコントローラの小形葉積化が可能である。 【0013】請求項3記載の発明は、請求項2記載の集 | 蒲化マスフローコントローラにおいて、ガス篠路の上流| 側、下流側に臨む配置に設けられた一対の薄膜抵抗が、 ガス流路側に腐食性ガスに対して耐腐食性を有するアル ミニウムナイトライド(AIN)膜を構えていることを 特徴とするものである。

【①①14】この発明によれば、一対の薄膜抵抗のガス 流路側に、アルミニウムナイトライド膜を備えているこ 10 とから、とくに、質量流量センサの耐食性を高めること ができる。

【0015】請求項4記載の発明は、請求項2記載の集 **補化マスフローコントローラにおいて、前記補層型ビエ** ゾセラミックスが高温用のものが用いられ、前記積層型 ビエゾセラミックスとダイアフラム部とは無機系耐腐食 性接着剤による接着によって一体化されていることを特 敵とするものである。

【0016】との発明によれば、積層型ピエゾセラミッ クスを高温用のものとし、積層型ピエゾセラミックスと 20 ダイアフラム部とを無機系耐腐食性接着剤により一体化 しているので、ステンレススチールからなる本体及びマ イクロバルブの耐熱性を向上させ、ベーク可能な耐腐食 性集積化マスプローコントローラを実現できる。

[0017]

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態につい て詳細に説明する。図1は本発明の耐腐食性集積化マス フローコントローラ1の構造を示す概略筋面図であり、 図2は耐腐食性集績化マスプローコントローラ1のバル ブアクチュエータ12のオン動作時を示す部分概略断面

【0018】との耐腐食性集績化マスフローコントロー ラ1は、ステンレススチール製で略直方体形状のボディ 2と、ステンレススチール製のプレート7及びステンレ ススチール製の略直方体形状の固定用ブロック8とを接 台配置して構成している。

【0019】ボディ2の上面には、ガス流路を形成する 凹部3が設けられ、このボディ2の下方から凹部3に連 運するガス流入口4、ガス流出口5が設けられ、さらに このガス流出口5の上部側にバルブシート部6が形成さ 40 れている。

【0020】固定用ブロック8には、前記ガス流入口4 の近傍位置となる配置でセンサ配置穴9が形成され、ま た。前記バルブシート部6及びその周辺に纏む位置にア クラュエータ穴10が形成されている。センサ配置穴9 内には、前記プレート7の一部に関口した孔部7 a に随 ませて、詳細は後述するガスの質量流量を検出する質量

Ŋ

(4)

特關2002-358127

12及びダイヤフラム部13からなり、アクチュエータ 穴10内にバルブアクチュエータ12及びダイヤフラム 部13が配置されている。ダイヤフラム部13は、前記 アクチュエータ穴10内におけるプレート7のバルブシ 一下部6に臨む部分からなる。

【0022】バルブアクチュエータ12は、個定用ブロ ック8のアクチュエータ穴10を覆うようにして配置し たパイレックス(登録商標)ガラスからなる蓋体 [4の 下面に、直方体状に形成した精層型ビエゾセラミックス もに、この満層型ピエゾセラミックス15の下端をエポ キシ系接着剤16を用いて前記ダイヤフラム部13の上 面側に接着することにより構成されている。また、蓋体 14と固定用ブロック8との接触部もエポキシ系接着剤 16により接着されている。

【0023】前記エポキシ系接着剤16の替わりに、歯 科接着用の無機系耐腐食性接着剤であるレジンセメント を使用するとともに、満層型ピエゾセラミックス 1.5 を 高温用のものとすることにより、耐腐食性集績化マスフ

【0024】バルブアクチュエータ12の蒲層型ビエゾ セラミックス15には、一対のリード線17,18を介 して副御系19が接続され、制御系19は、質量流置設 定値と後述の質量液量センサートの検出質量液量とから 定まる直流管圧を、積層型ビエゾセラミックス 1.5 へ印 加する。

【0025】とのような耐腐食性集積化マスフローコン トローラ1の構成により、前記ガス流入口4から流入。 御回路20によって適切な電圧がピエゾセラミックス! 5に印加され、バルブシート部6とダイアフラム13と の間隔が調整されて、ガス流出口5から外部へ流出する ガスの質量流量が制御される。

【0026】また、図2に示すように、積層型ビエゾセ ラミックス15は弯圧を印加したとき伸びるように設計。 されており、積層型ピエゾセラミックス15を最大変位 させたときは、ダイヤフラム部13をバルブシート部6 に鉀し付けてガスのガス流路を閉じるように構成してい ス15に電圧を印加しないときは、ダイヤフラム部13 とバルブシート部6との間のガスのガス流路を開ける (ノーマリオーブン)ように構成している。

【①①27】次に、図3乃至図6を参照して質量流置セ ンサー1について説明する。図3は質量癒置センサー1 のマイクロマシニング技術による製造工程を示す工程説

【りり28】以下、質量流量センサ11の製造工程を図 4を参照して説明する。まず、縦満各20mm、厚さ1 50μmのステンレススチールのプレート?を用意し 《図4(1))、このプレート7上に 1μ mのA1N (アルミニウムナイトライド) 膜31を400℃、N。 雰囲気下で反応性スパッタリングにより成膜する(図4) (2)).

【0029】次にフォトリソグラフィによりフォトレジ ストをパターニング後、Cェ/Pt/Cェ(30nm/ 15の上端をエポキシ系接着削16により接着するとと 19 50 nm/30 nm) をEB (電子ビーム) 蒸着により 成膜し、リフトオフ・プロセスにより一対のプラチナ製 の薄膜抵抗33a、33b、コンタクト部33c、33 dを有する抵抗バターン32を形成する(図4

(3))。A1N順31を支えるため、抵抗パターン3 2の上からTEOS(Tetra-Ethoxy-Silane)を用いた プラズマCVDにより9μmのSIO。膜33を成膜し 《図4(4))、フォトリソグラフィを行った後にバッ ファード・フッ酸によりSiO、膜34をエッチングし て取り出し弯極形成のためのパターニングをする(図4 ローコントローラ1をベーク可能なものとすることがで 20 (5))。プラズマCVDによる成職方法は、成職され たSiO、膜34の残留応力が小さいため選択した。

> 【0030】最後に、裏面側にフォトリングラフィを行 った後に、ステンレススチールからなるプレート?をエ ッチングして(図4(6))孔部7aを形成し、S1O 、驥/Cェ/P钅/Cェ/A!N膜からなる薄膜抵抗3 3a. 33bを孔部7aに臨ませてガス流路を形成す

【①①31】このようにして製造された質量流量センサ 11の長さ及び幅の寸法例を図4に示し、その断面構造 し、質量流量センサ11により質量流量が検出され、制 30 を図らに示す。また、質量流量センサ11における薄膜 抵抗33a、33bの拡大形状を図6に示す。

> 【0032】図4、図5に示す質量流量センサ11は、 マイクロマシニング技術により耐腐食性材料を用いて製 作される。マイクロマシェング技術により小型化された 質量流量センサートは、質量流量センサ自身の熱容量が 非常に小さくなるため高感度且つ高速応答が可能とな

【0033】センサであるプラチナ製の薄膜抵抗33 a. 33 bは、温度によって抵抗が変化し、抵抗値から る。一方、図1に示すように、積層型ビエゾセラミック 40 温度がわかる。藻膜抵抗33a、33bに適当な電流を 流すことにより一定温度に加熱して使用する。また、薄 膜纖統33a.33hの周辺にガスを流すと、薄膜抵抗 33a、33bがともに冷却される。薄膜抵抗からガス への熱量の移動量(目)は、キング(King)の式に より下記数1のように豪される。

[0034]

Ŋ

(5)

特關2002-358127

度であり、A及びBは定数である。すなわち、ガスはガ ス流の上流側の薄膜抵抗33aから熱量を得て温度が上 昇するから、薄膜抵抗からガスへの熱量の移動量が上流 と下流の薄膜蜒抗33a.33hでは異なり、薄膜抵抗 33a、33bの温度、すなわち抵抗値が異なってく る。ガス流の下流側の薄膜抵抗33bと上流側の薄膜抵 抗33aとの温度差、すなわち抵抗値差は、質量流量に 依存し、例えばホイートストンブリッジ回路を用いてそ れぞれのセンサの抵抗値の変化を測定することにより前 記温度差を検出可能であり、この温度差から質量流量の 19 とができる。 検出が可能である。

【0036】また、前記薄膜抵抗33a、33bは、1 μmのA!N驥31及び9μmのSiO。膜33でサン ドイッチ状に鋏まれ、ダイヤフラムを形成しており、A ! N購3 1 はブッ素や塩素等の腐食性のあるハロゲンガ スに対し耐腐食性を有するため、孔部3a(ガス流器) 側にA!N膜31面を配置している。

【0037】次に、上記の質量流量センサを用いた制御 系について説明する。図では、耐腐食性集積化マスフロ る。この制御系は、抵抗R,、R,と質置漆置をンサ1 1の薄膜抵抗33a、33bとによりホイートストンプ リッジ回路を構成し、このホイートストンブリッジ回路 に定電圧源45から定電圧を供給し、ホイートストンプ リッジ回谿の出力を、比較器41、増幅器42を介して 増幅し(センサ出力)、流量設定信号46と加算し、こ の飼算した出力を信号増幅器44を介して増幅し、バル ブアクチュエータ!2に供給する、閉ループ制御回路で ある。

【0038】また、耐腐食性集績化マスフローコントロー30 図10の(a)及び(h)は、Cl。ガスを耐腐食性集 ーラ自身の温度が著しく変動する環境で使用する場合に は、制御系として定温度差制御系を使用することができ る。図7に示した制御系においては、薄膜抵抗に定電圧 を供給して、すなわち定電圧制御している。しかしなが ら、定電圧制御を用いると、薄膜抵抗層辺温度が落しく 上昇すると薄膜抵抗値が著しく上昇し、消費電力が減少 するため、制御系の感度が悪くなると言った課題があ る。この課題を解決するために、定温度差制御を用いる ことができる。図8は、耐腐食性集積化マスフローコン トローラの定温度差制御系の回路構成例を示す図であ る。この制御系は、ブリッジ抵抗にフィードバックをか けることにより、周辺温度に影響を受けずに鴬にセンサ の温度を一定範囲に保つことができ、制御系の感度が悪 くなることがない。

【0039】またさらに、高精度に質量液置制御するた めには、測温測定用薄膜鑑鉱を有した質量流置センサを 膜抵抗を有する質量液量センサの構成を示す図である。 この質量適量センサは、図4の質量流量センサに較べ、 測温測定用の薄膜抵抗33c,及び33aを有してい る。この構成によれば、測温測定用の薄膜抵抗33c. 及び33dは流量検出用の薄膜抵抗33a、33bと同 一の部材で形成するので、抵抗温度係数が等しい。測温 測定用の薄膜鑑藐33c.及び33dの抵抗値変化から 測温を検出し、制御系にフィードバックすることによっ で、測温に影響されずに高精度に質量流量を制御すると

【0040】本発明の耐腐食性集績化マスフローコント ローラによれば、ステンレス材から構成しているので、 Si半導体プロセスで使用されるハロゲンガスによって 腐食されることなく使用することができる。また、質量 漆量センサのガスに接触する面は、A1Nで構成されて いるので、Si半導体プロセスで使用されるハロゲンガ スによって購食されることなく使用することができる。 また。マイクロバルブ、バルブアクチュエータ、習量流 費センサが微小体譜車に一体に集績されているから無効 ーコントローラの制御系を示す回路構成例を示す図であ 20 体積が少なく、高速動作が可能である。また、制御系に **定温度制御系を用いれば、測温変化によって制御系の感** 度が低下することがない。また、測温測定用薄膜抵抗を 有する質量流量センサを用いれば、測温変化に影響され ることなく高精度の質量流量制御ができる。さらに、ス テンレス材を用いているので熔接が可能でり、ステンレ ススチール配管との結合が容易となる。

【①041】以下に、本発明の耐腐食性集績化マスフロ ーコントローラの特性評価結果を示す。

(1) 耐腐食性

錆化マスプローコントローラ!に流す前と、C l 。ガス を流し質量適量センサ11を6時間動作させた後の質量 漆量センサ 1 1 の写真である。C !。ガスを漆した後 も、質量適量センサ11の表面には特に変化が確認され なかったことから、本発明の耐腐食性集績化マスプロー コントローラの耐腐食性を確認することができた。な お、ステンレス部材には当然ながら、何ら変化は見られ なかった。

【①①42】(2)質置流量制御特性

40 Cl。ガス(40kPa)を用いて評価された耐腐食性 集績化マスフローコントローラの電圧~濾畳特性を図1 1に示す。図11において、補軸は電圧(V)、縦軸は フローレイト (SCCM) を示す。C1、ガスの流置は 耐腐食性集補化マスフローコントローラのガス入力側に 取りつけられた市販の質量流置計により測定した。ま た。バルブアクチュエータ12は100Vの電圧で、約

νſ

(6)

特闘2002-358127

ンレススチールのプレート?の表面が非研磨状態(Rim ax=1μm)程度であれば、バルブシート部6から若 子のリークが生じる恐れがあるため、プレート?の表面 研磨状態に図意することが必要である。

【0044】図12はCl。ガスの流量に対する質量流 置をンサ11の出力電圧の関係を示す図である。横軸は フローレイト(SCCM)を、縦軸は出力電圧(mV) を示している。図から明らかなように、出力電圧値は、 質量流量の平方額にほぼ比例している。

置流量及びバルブアクチェエータ12に印加される電圧 との関係を示す特性図である。満輪はガス入力側の圧力 《 k P a 》を、左側の縦軸はフローレイト 《SCCM 》 を、右側の縦軸はバルブアクチュエータ12に印触され る電圧(V)を示す。質量流量設定値を一定値に保持し たとき、ガス入力圧力の増加に従ってバルブアクチュエ ータ12の電圧値(点線で示す)が上昇し、ダイヤフラ ム部13のギャップが狭くなり、質量流量を一定に保持 していることがわかる。ガス入力圧力を40kPaから で示す)は2SCCM以内であった。なお、制御系19 には図8に示した制御系を用いている。

【0046】図14は、C1、ガスを用いた場合の耐腐 食性集績化マスプローコントローラのステップ応答特性 の測定結果を示す特性図である。図は、流量設定信号 (中段) をステップ状に変化させたときの質量流量セン サ11の出力(上段)及びバルブアクチュエータ12の 印加電圧(下段)の関係を示すものである。

【0047】図14から明かなように、耐腐食性集績化 マスプローコントローラのガス複畳応答は、10mse 30 c以内であることが確認された。高速応答を達成できた 理由としては、バルブアクチュエータ12及び質量流量 センサ11の高速応答化に加え、ガス流路の無効体績を 減少させたことが挙げられる。

【0048】図15は、上記測定に使用した本発明の耐 腐食性集績化マスフローコントローラの具体的構成を示 す斜視図であり、図16は分解斜視図である。この耐腐 食性集補化マスプローコントローラ50は、ステンレス スチール製のボディ52と、ステンレススチール製のブ 法は20mm×20mm×20mmである。ボディ52 は公知の畿械加工により製作され、ガス漆路、バルブシ ート61及びガスケット62を嵌める溝を形成してい る。前記ガス流路においては、ガスケット62を専用の **海に嵌めてハーメチックシールする。ガスケット62用** のガスケット材には、耐食性を有し且つハーメチックシー |入口流道穴52a、ガス流路、バルブシート61、出口 流道穴52 りを経て、ガスアウトレット72から図示し ない配管系に流出するようになっている。

【0050】マイクロバルブを構成するダイヤフラム部 55及び質量流量を測定する既述した実施の形態の場合 と同様な構成からなる質量流費センサ56は、プレート 53に取り付けられる。また、固定用ブロック54上に 配置した板状のパイレックスガラスからなる蓋体84に より支持され、固定用ブロック5.4内に配置する流置調 【0045】図13は、C1,ガス入方圧力に対する質 10 整用のバルブアクチュエータ57としては、既途した実 施の形態と同様、高速且つ大きな駆動力を持つ積層型ビ エゾセラミックスを採用した。

【0051】バルブアクチュエータ57として用いる績 層型ビエゾセラミックスとダイヤフラム部55とをエボ キシ樹脂により接着した後、100Vの高電圧を印加。 し、積層型ピエゾセラミックスを伸長させたままエポキ シ樹脂を硬化させる。エポキシ樹脂が完全に硬化した後 に電圧を切ると、満層型ビエゾセラミックスが元の長さ に戻り、この結果、ダイヤフラム部55とバルブシート 100k Paに変化させたとき、質量流量の変化(実線 20 61との間にわずかなギャップが形成されノーマリオー ブンタイプの構造とすることができる。

> 【0052】ボディ52.プレート53、固定用ブロッ ク54の固定構造は、ボディ52の四隅にねじ孔81を 螺設し、プレート53の四隅にもねじ孔81に対応する 配置で抜欠82を穿設し、固定用ブロック54の四隅に も前記ねじ孔81に対応する配置でボルト孔83を穿設 し、固定用ブロック54及びブレート53を、4本のボ ルト59を用いてボディ52にねじ止め固定するもので ある。

【0053】との集績化マスフローコントローラ50に おいて、バルブアクチュエータ57に適当な電圧を加え ると、このバルブアクチェエータ57が伸長し、図16 に示すようにダイヤフラム部55がバルブシート61と 接触して、ガス流谿を流れるガスの流れが止まる。ま た。バルブアクチュエータ57に対する電圧の供給を停 止すれば、バルブアクチュエータ57が元の長さに戻 り、再びガス流路のガスの流れが始まる。

【0054】とのように構成した集積化マスフローコン トローラ50によれば、既述した集積化マスフローコン レート53及び固定用ブロック54で構成され、外形寸 40 トローラ50の場合と同様、質量液量の制御を確実に行 うことができ、腐食性ガスに対する耐食性に優れ、小サ イズ化及び集積化により高速応答性を発揮させることが できる。また、高速応答で腐食性ガスの質量流量をコン トロールすることが必要な高度半導体製造プロセスに適 用することも可能である。

[0055]

νſ

(7)

特關2002-358127

12

11

ることができる。また、質量流量センサの耐食性の向上を図り、また、マイクロバルブの耐熱性の向上を図り、 腐食性ガスを含む広範な種類のガスにも適用可能な集積 化マスフローコントローラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の耐腐食性集補化マスプローコントローラの構造を示す概略断面図である。

【図2】 本発明の耐腐食性集績化マスフローコントローラのバルブアクチュエータのオン動作時を示す部分機略 断面図である。

【図3】 本発明の質量機量をンサのマイクロマシェング 技術による製造工程を示す工程説明図である。

- 【図4】 本発明の質量液量センサの平面図である。
- 【図5】本発明の質量流量センサの断面図である。
- 【図6】本発明の質置流量センサの部分拡大図である。
- 【図7】 本発明の耐腐食性集補化マスフローコントローラの制御系を示す回路構成例を示す図である。

【図8】 本発明の耐腐食性集績化マスプローコントローラの定温度差割御系の回路構成例を示す図である。

【図9】本発明の測温測定用薄膜抵抗を有する質量流置 29 41 センサの構成を示す図である。 42

【図10】C1。ガスを耐腐食性集積化マスフローコントローラに流す前と、C1。ガスを流した後の質量流量センサ表面の写真である。

【図11】C1。ガスを用いた場合の耐腐食性集積化マスフローコントローラのバルブアクチュエータに印加される電圧 - 流量特性を示す図である。

【図12】C1。ガスの流量に対する質量流量センサの 出力電圧の関係を示す図である。

【図13】C1。ガスの入力圧力に対する質量流量、及 30 54 びバルブアクチュエータに印加される電圧との関係を示 55 す特性図である。 56

【図14】C1。ガスを用いた場合の耐腐食性集積化マスプローコントローラのステップ応答特性の測定結果を示す図である。

【図15】実施例に用いた本発明の耐腐食性集積化マスフローコントローラの具体的構成を示す斜視図である。

【図16】 実施例に用いた本発明の耐腐食性集積化マスフローコントローラの具体的構成を示す分解斜視図であ

【符号の説明】

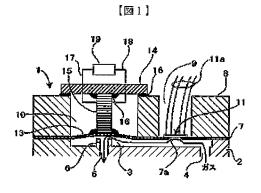
1 耐腐食性集績化マスプローコントローラ

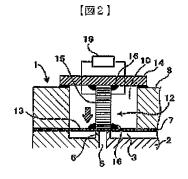
- 2 ボディ
- 3 凹部
- 4 ガス流入口
- 5 ガス流出口
- 6 バルブシート部
- 7 ブレート
- 7 a 孔部
- 8 固定用ブロック
- 11 質置漆量センサ
- 19 11a リード線
 - 12 バルブアクチュエータ
 - 13 ダイヤフラム部
 - 31 A!N膜
 - 32 抵抗パターン
 - 33a 薄膜纸統
 - 33b 薄膜纖統
 - 33 c コンタクト部
 - 33d コンタクト部
 - 34 S ! O . 膜
 - 4.1 比較器
 - 4.2 绪幅器
 - 4.4 信号増幅器
 - 4.5 定弯圧源
 - 4.6 流置設定信号
 - 50 耐腐食性集績化マスプローコントローラ
 - 52 ボディ
 - 52a 入口流通穴
 - 52b 出口流通穴
 - 53 ブレート
 - 5.4 固定用ブロック
 - 56 ダイヤフラム部
 - 56 質置流量センサ
 - 5? バルブアクチュエータ
 - 59 ボルト
 - 61 バルブシート
 - 62 ガスケット
 - 71 ガスインレット
 - 72 ガスアウトレット
 - 81 ねじ孔
- 40 82 抜穴
 - 83 ボルト孔
 - 84. 遺体

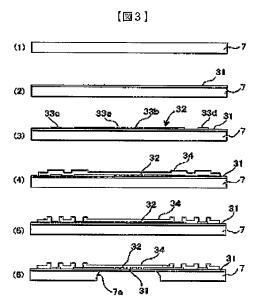
И

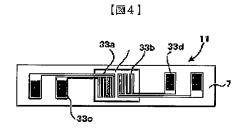
(8)

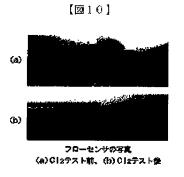
特闘2002-358127

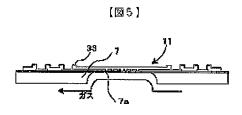


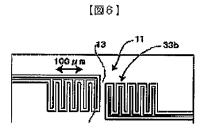








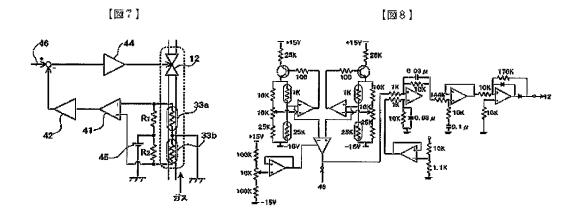


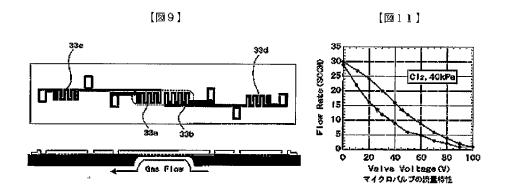


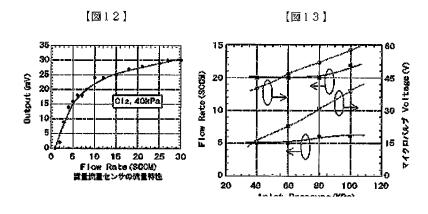
٧ſ

(9)

特闘2002-358127





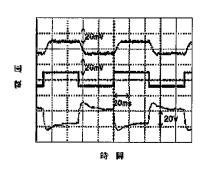


Ŋ

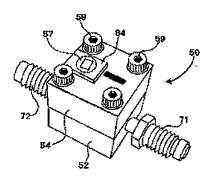
(10)

特關2002-358127

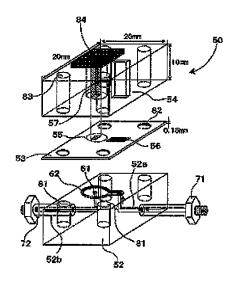




[図15]



[216]



フロントページの続き

(72)発明者 平田 薫

宮城県他台市太白区桜木町25-20 グリーンハイツ191

ドターム(参考) 2F030 CA10 CC13 CF05 CF08 CH05

2F035 EA08

3H062 AA02 AA12 BB30 CC05 HH10 5F045 AA04 AA15 AC02 EE04 EE17 5H307 AA20 BB01 DD20 EE02 EE07 EE19 FF06 GG15 HH04

٧ſ